因應農藥減量政策之蟲害管理技術

余志儒 [1]

[1] 農業試驗所應用動物組。台中市霧峰區。臺灣。

摘　　要

安全是減農藥的主要目的之一。在農作物栽培中減用化學合成農藥，甚至完全不用，對於維護生態環境具有深遠的意義。本文提出二種應用友善植保資材的蟲害防治技術，分別是天敵保育 (conservation of natural enemy) 與浸苗處理 (treatment of seedling dipped)。設立天敵保育區是天敵保育的方式之一，是一種較簡便易行的方式。期望天敵能在作物栽培園區就近隨時待命，提高天敵與害蟲發生的同步性，在栽培作物的蟲害發生初期就發揮抑制功能。但在達到此效果之前，有賴其他友善植保資材及其應用技術等之物理、化學及生物防治法，以避免蟲害造成的損失。浸苗處理即是其中屬於預防措施的一環。透過浸苗處理，可去除苗植體上大部份的小體形害蟲。植物油混方 200-300 倍水稀釋液浸漬種苗 1 秒即有效果，對棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover)、二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch)、神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai* Kishida)、銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) 的所有蟲期皆有 100%的致死效果。藉此避免將之帶入本田，並有利於後續栽培期間的蟲害管理。此二種技術僅是病蟲害整合管理的部份環節，可以相容並濟，有助於減少化學合成農藥的使用，並可兼顧生態保護。

關鍵詞：蟲害管理、天敵保育、浸苗處理。

緒　　言

安全是減農藥的主要目的之一。在農作栽培中減用化學合成農藥，甚至完全不用，不但可提高食物的安全 (食安)，也讓田間操作者減少與化學合成農藥的接觸 (人安)，對於維護生態環境 (環安) 更具有深遠的意義。因此為了防治農作栽培的蟲害問題，就有賴相對於化學合成農藥比較安全的友善植保資材。

本文提出二種應用友善植保資材的蟲害防治技術，分別是天敵保育 (conservation of natural enemy) 與浸苗處理 (treatment of seedling dipped)。二種技術概念雖不算新穎，但由於推行期間，筆者與農友的互動交流以及田間實際觀察，深知仍大有改進的空間，故藉此良機提出個人想法，供同好參考，並請不吝指正，期望此二種技術能更臻完善。

狹義的生物防治法中，生物天敵的應用方式有古典 (classical)、大量釋放 (augmentation，包括定期接種 (seasonal inoculative release) 與淹沒 (inundative release)) 及天敵保育[16]。這些應用方式可以單獨或結合使用，「綜合生物防治 (integrated biological control)」就是描述生物防治中天敵不同應用方式的組合運用[14]。El-Wakeil *et al.* (2017) 將天敵收集並轉移到環境控制的棲息地裡，該棲地專用於天敵保育而非作物的經濟生產，長時提供宿主與獵物的寄主植物、補充食物 (supplementary food) 等食物與棲息繁殖場所，需要天敵時再從此棲地取出釋放到需要的田區，正是綜合生物防治的體現。古典或保育方式通常比較能永久性地抑制有害生物，古典方式是反覆由外地引進、釋放天敵，天敵保育則依賴於增強當地可利用的天敵。天敵保育主要是在提供並保護天敵的棲息與立足的場所、環境，提高天敵的生存和繁殖條件，並隨著時間的推移，發揮降低害蟲族群密度增長的功能[21]，是物理防治的理想境界。

由文獻得知，在田間保育天敵的影響因子複雜，包括食物、棲所、氣候、耕作制度，還有種間、種內的交互作用等，是一龐雜多變的領域[9,13]。因此，筆者提出在作物栽培區附近建立天敵保育區的形式[2]，較簡便易行，期望天敵能在保育區立足，並且就近待命。當作物栽培區蟲害發生的初期天敵就能及時出現，有高的同步性 (synchronization)，蟲害不致於坐大到造成經濟危害，並持續將蟲害的族群抑制在低而波動小的狀態下，形成動態平衡。Letourneau *et al.* (2011) 就曾指出，天敵種群可能會透過棲息地改良而受到保護，包括刻意保持未受干擾的非農作物斑塊，並在田間邊緣提供食物資源，可為有益昆蟲提供庇護和資源。

但在達到此效果之前，為避免因為蟲害所造成的經濟損失，應不排斥運用田間管理、非化學合成植保資材及其應用技術等之物理、化學及生物防治法，以消弭損失。浸苗處理即是眾多資材與技術中，屬於預防措施的一環。

作物害蟲防治的預防措施，余與許 (2017) 歸納出五個害蟲主要侵入途徑，亦即設施的漏洞、設施內留民 (害蟲)、介質夾帶、苗的攜帶及人員機械的攜帶，其中浸苗處理即是針對苗的攜帶所研擬的。在苗定植之前，用「植物油混方」進行浸苗處理，可大幅清除苗株上的小體形害蟲，如蚜蟲、粉蝨、害蟎等，有效避免將之

帶入本田，有利於後續栽培期間的蟲害管理。植物油混方是由 24 種植物種子油、8 種植物精油，篩選其中對棉蚜、神澤葉蟎、二點葉蟎具高致死率與防除率者，再以食品級介面活性劑調製而得[1,3]，並於 2011、2012 年分別技術授權予 3 家業者。

上述二種技術僅是病蟲害整合管理的部份環節，可以相容並濟，有助於減少化學合成農藥的使用，並可兼顧蟲害防治與生態保護。

天敵保育-天敵保育區的概念

生物防治的理想目標是，在不需要刻意人為釋放天敵的情況下，天敵在蟲害發生初期就能及時出現，有高的同步性 (synchronization)，並且持續將蟲害的族群密度壓制在低而且波動小的狀態下，形成動態平衡。此有賴生物天敵隨時在作物園區蟲害發生處就近待命，也正是天敵保育的根本概念。但農作物的害蟲相通常不單純，所需的天敵種類自然也不單純，而且影響天敵生存與發展的因素多且複雜[9,13]，要達到上述效果，不但不易操作，進程也可能相當緩慢。

如果先以一種簡易的方式，讓不論是大面積或小面積、單一作物或混植不同種作物栽培的實際從事者較願意執行，設立天敵保育區即不失為一個可考慮的選項。就是期望透過保育區的設立天敵能在作物栽培園區就近隨時待命，蟲害發生初期就發揮上述功能。

天敵保育區內的植物蟲害不作任何防治，包括不人為釋放天敵，而是讓其內的天敵及其宿主或獵物等所有物種自然發生、發展，期待逐漸趨於動態平衡，但必須持續供應天敵食物及棲息場所。Geneau *et al.* (2012)、Bickerton and Hamilton (2012) 就認為提供天敵不受干擾的棲息地和食物資源可能會增加其壽命、繁殖力、捕食率和寄生率。食物，包括可供天敵發育繁殖的如寄生性天敵的宿主 (host)、捕食性天敵的獵物 (prey) 等。宿主與獵物種類可以和栽培作物上的蟲害種類相同，或是不同 (即替代食物，alternative food)；也包括僅補充體力與存活機會的補充食物，例如花粉、花蜜、水、生物等。補充食物可以吸引天敵前來駐足，或提供庇護所，宿主與獵物則是天敵族群立足與發展的必須品。有自然發生宿主與獵物之處，通常也同時提供了天敵的棲所。由此可知，食物的持續存在是天敵保育的核心。

表一、農作物六種常見蚜蟲之寄生蜂

Table 1. Parasitic wasps of six common aphids[1] on crops

Parasitic wasp	Aphid[1]					
	偽菜蚜	棉蚜	桃蚜	黑豆蚜	豌豆蚜	玉米蚜
Aphelinus gossypii		V				
Aphelinus mali		V				
Aphelinus sp.		V	V			
Aphidius ervi					V	
Aphidius gifuensis	V		V			
Diaeretiella rapae	V		V			
Ephedrus persicae	V	V	V			
E. plagiator	V	V	V		V	V
E. robusior						V
Lipolexis gracilis		V	V	V		V
L. scutellaris				V		
Lysiphlebia japonica		V		V		V
Trioxys (*B.*) *communis*		V				
T. (*B.*) *formosanus*					V	
T. (*B.*) *indicus*		V				
T. (*B.*) sp.					V	

1. 偽菜蚜 (*Lipaphis erysimi* (Kaltenbach))；棉蚜 (*Aphis gossyii* Glover)；桃蚜 (*Myzus persicae* (Sulzer))；黑豆蚜 (*Aphis craccicora* Koch)；豌豆蚜 (*Acyrthosiphom pisum* (Harris))；玉米蚜 (*Rhopalosiphum nymphaeae* (Linn.))
2. "V" means the corresponding the wasp species is the natural enemy of the corresponding aphid species.

圖一、朱槿上的蒙氏瓢蟲幼蟲 (左)、成蟲 (右)。

Fig. 1. The *Cryptolaemus montrouzieri* larva (left) and adult (right) on china rose.

天敵保育-天敵保育區的設立及其內容

基於天敵食物的持續供應是天敵保育的核心，設立天敵保育區時，就以能持續提供有利於誘引天敵及令其生存立足的食物為基礎。故保育區須維持可供天敵宿主或獵物繁衍的植物，另外再利用花粉或蜜源植物作為天敵的補充食物並誘引天敵，這二者是必備的內容，構思分述如下。

(一) 天敵宿主與獵物的寄主植物

天敵的替代食物種類與栽培作物的害蟲種類不同，對栽培作物比較安全，但通常不同植物的害蟲相多少會有重疊，當植物越多樣化就越難排除。

本文建議取用與栽培作物同種或同科不同種，生命力強者作為保育區內的寄主植物。例如栽培作物為十字花科蔬菜時，保育特區內可選擇種植油菜；栽培番茄或甜椒等茄科作物，可選擇種茄子；栽培作物為柑桔類芸香科作物，保育區內則可種植檸檬。保育區內另外加種一些大豆，生命力強，害蟲相也是常見的種類，其天敵可能與其它作物上發揮防治功能 (表一，摘錄自引用文獻 8)。例如大豆常見的豌豆蚜 (*Acyrthosiphom pisum* (Harris))，其寄生蜂 *Ephedrus plagiator* 也是偽菜蚜 (*Lipaphis erysimi* (Kaltenbach))、棉蚜 (*Aphis gossypii* Glover)、桃蚜 (*Myzus persicae* (Sulzer))、玉米蚜 (*Rhopalosiphum nymphaeae* (Linn.))等多種蚜蟲的天敵。以上僅舉數例供參考。

另外，花蓮區農業改良場研究發現於蘿蔔田旁種植馬利筋，馬利筋上的蚜蟲可吸引多種捕食性天敵，如瓢蟲、草蛉、食蚜蠅等，有效抑制偽菜蚜的危害度，比對照組降低 55%以上 (https://www.hdares.gov.tw/ws.php?id=9543)。朱槿是常見的綠籬植物，也是木瓜秀粉介殼蟲 (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink)、桑粉介殼蟲 (*Maconellicoccus hirsutus* (Green)) 的寄主植物，當有粉介殼棲息時，有機會引來粉介殼蟲的絕佳天敵，蒙氏瓢蟲 (*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant) (圖一)。害蟲寄主植物雖與栽培的作物不同，但害蟲的天敵相同，也是很實用的作法。

(未完待續)

(二) 補充食物

由於玉米雄花開花期間，常引來有多種天敵，如六條瓢蟲 (*Menochilus sexmaculatus* Fabricius)、龜紋瓢蟲 (*Propylea japonoca* Thunberg)、錨紋瓢蟲 (*Lemnia biplagiata* (Swartz))、大十三星瓢蟲 (*Synonycha grandis* (Thunberg))、食蚜虻、蜘蛛及姬蜂 (未鑑定)、赤眼卵蜂 (*Trichogramma ostriniae* Pang et Chen) 等捕食性及寄生性天敵，授粉蜜蜂、胡蜂也常有發現 (余等人，未發表資料)。因此選擇玉米作為保育區天敵的補充食物來源，但玉米的花粉期約 2-3 週，如果要用作補充食物，必須每 2-3 週播種一批，讓玉米花粉供應不斷。在每一保育特區每批播種面積約 1 平方公尺，容納 4-5 棵玉米即可。5-6 批為一循環，所以保育區面積約 5-6 平方公尺為最小單位。並尋空位間植宿主與獵物的寄主植物。又覆蓋作物可吸引和支持天敵的存活[12,19]。草生栽培也可提供補充食物及天敵的棲所，花蓮區農業改良場在文旦果園行間種植馬蘭、黃花蜜菜等臺灣原生菊科植物，調查到擬寄生蜂物種比一般無草環境果園多 2.4 倍 (林立，2018，https://e-info.org.tw/node/215698)。Filder and Landis (2007) 曾調查得小蜂總科 (Chalcidoidea)、繭蜂科 (Braconidae) 寄生性種類的捕獲量與覆蓋植物的花密度、寬度，深度和高度有關。關於使用花蜜和花卉資源做為補充食物，以支持專一與非專一性天敵方面，也多有研究報導[13,15,20]。

(三) 設立處所

凡可利用者皆可考慮，例如栽培園區四周、附近的農具間旁、畸零地、水利地、墳墓旁、農路肩及住家庭院等。能在栽培園區的四方各有一個為原則，保育區面積小者則宜增多。保育區的面積不拘，原則上能容下天敵宿主與獵物的寄主植物、補充食物即可。短期作物還有另一種提供天敵食物的方式，是由栽培區內所栽培的作物提供，而非另設天敵保育區。須分區分期種植，形成不同生長期的重疊，當某一區作物收穫時仍有其他區的同種作物適於蟲害生存，天敵的宿主或獵物才不致於因作物一齊收穫而頓時大量減少或中斷。雖與天敵保育區方法上略有差異，但持續供應天敵食物、不刻意人為釋放天敵的原則相同。因此，保育區的操作不能中斷，即使期作間的時間空檔，也要持續宿主與獵物寄主植物、補充食物的存在。

雖然友善植保資材及其應用技術的策略運用，已展現無化學合成農藥病蟲害整合管理的成效 (表二)。然而透過上述保育區僅為較簡易的方式，如能提高天敵與害蟲的同步性，對蟲害管理應是一大助力。

表二、無化學合成農藥栽培技術[1]成果觀摩會
Table 2. Achievements meeting of cultivation technology without chemical synthetic pesticides

Crop (cultivated type)	Time	Location	Area (ha.)
Papaya (net house)	2011，2019	雲林縣林內鄉	0.25，0.25
〃	2016	台中市霧峰區	0.30
Strawberry (open field)	2012	南投縣國姓鄉	0.30
〃	2013	南投縣國姓鄉	2.12
〃	2015	苗栗縣獅潭鄉	1.70
Cucumber (net house)	2014	嘉義縣六腳鄉	0.10
〃	2014	雲林縣台西鄉	0.10
Asparagus (net house)	2016	台南市將軍區	0.45
Melon (net house)	2015	雲林縣麥寮鄉	0.40
〃	2017	雲林縣崙背鄉	0.25
Taro (open field)	2016，2018	台中市大甲區	0.40，0.40
Sweet pepper (net house)	2017	嘉義縣六腳鄉	0.26

1. The disease and insect pest researchers completed together.

天敵保育-棲地營造

保育區除了提供天敵的食物之外，更期望能著眼於生態。如果保育區的面積與人力、物力許可，則可以在棲地營造下功夫。但天敵棲地的最佳形狀和分佈不易掌握，而且棲地結構多樣性對於天敵的活動，可能會是阻礙或者促進(18)。因此，本文所指的棲地營造，在不影響天敵食物持續供應原則下，重點放在保育區內營造能迎合生物多樣性綠色保育訴求的地形地物，範圍則不包含栽培園區，期望蟲害防治與生態保護能兼顧。

綠色保育是推動農田生態方案的行動名詞，由行政院農業委員會林務局與慈心有機農業發展基金會於 2010 年共同執行的綠色保育計畫(http://toaf.org.tw/conservation)。期待傳遞友善環境的耕作理念，提供生物覓食、棲息的環境，重建農田生物多樣性。2011 年更推出綠色保育標章，以鼓勵更多友善

栽培的農民申請，如其田間有保育類動物 (經農委會公告於保育類野生動物名錄者)、稀有物種 (未列入保育類，但經公正專業者審查同意列入需特別保護者)、指標物種 (能反映農田之生物多樣性，經客觀研究或相關文獻證明者)、紀念性物種 (於種族發展歷史文化具象徵性或代表性之物種，並經公正專業者審查同意者)，以及棲地環境營造 (陸域、水域、多樣化等皆可)。此外，也可參考樸門設計[6]與生態工法[7]等，利用石塊、枯木枝幹、廢棄物等營造多彎曲、多孔隙的棲地環境。此時保育區的面積需求就比單純天敵保育來得大。當然透過棲地營造也同時有利於天敵的生存、發展空間與食物提供等[20]。

另外，作物栽培區內應避免不利或太干擾天敵棲息的不良農業操作，例如，田埂水泥化、大面積的防草蓆覆蓋以及強刈割雜草等。非保育區的田埂、雜草依然是天敵的重要棲息場所，雜草也是花蜜、花粉、水分及替代食物的來源，適當的管理以減低對天敵的衝擊。

浸苗處理

浸苗處理，乃是獲得健康種苗的一個環節，可以去除種苗植體上大部份的小體形害蟲，是有效且不可或缺的預防性的措施。如果不是種子直播種植，而是先行育苗，再定植於本田，無論是自行育苗或購自專業育苗場，苗植體上都可能已有害蟲棲息。因此，為避免種苗攜帶害蟲進入本田，必須進行浸苗處理。參酌余與許 (2016) 棕櫚油浸漬神澤氏葉蟎 (*Tetranychus kanzawai* Kishida) 的測試結果，得知對卵至成蟲各齡期皆有 100%致死效果，進一步以植物油混方浸漬各蟲期的棉蚜 (*A. gossypii*)、二點葉蟎 (*Tetranychus urticae* Koch)、神澤氏葉蟎 (*T. kanzawai*)、銀葉粉蝨 (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring) 等，亦獲相同效果 (表三)，因而設計以下植物油混方的浸苗技巧。確實執行浸苗處理，可大幅清除苗株所攜帶之上述小體形的害蟲。

關於浸苗處理方法及其注意事項，分述如下：

1. 浸漬濃度：植物油混方 200-300 倍水稀釋液。苗處理數量多時，浸液濃度可能有被稀釋之虞，應適時更新浸液。例如處理 5,000 株草莓苗就應更新。
2. 浸漬時間：浸漬時將整株苗完全浸入，可連介質、育苗盤一起浸沒。處理 1 秒即有效果 (表三)，延長浸漬時間有造成藥害的風險。不同種作物對藥害耐受度

表三、植物油混方200倍水稀釋液浸沒1秒對4種害蟲之致死效果

Table 3. The lethal effect of immerse with Plant oils Mixture 200 times water dilution for 1 second on 4 kinds of arthropod pests

Pest	No. pest recruited	Mortality post-treatment (%)[2]
Aphis gossypii-Mix[1]	33.5 ± 6.8	100
Tetranychus urticae-Egg-Mix	23.5 ± 10.0	100
	29.3 ± 13.4	100
Tetranychus kanzawai-Egg-Mix	12.0 ± 2.8	100
	12.3 ± 2.9	100
Bemisia argentifolii-Egg-Mix	495.5 ± 47.1	100
	54.5 ± 11.9	100

[1.] Mix: nymph (or/and larva) and adult.

[2.] Mortality was observed at 1 and 7 days post-treatment for mix and egg, respectively.

不同，同種不同品種（系）間也可能有差異，例如小黃瓜翠姑品種浸 1 秒即有輕微藥害，雖未影響往後的發育與產值，但也不可輕忽；曾經浸漬草莓豐香品種 5 秒、木瓜台農 2 號 10 秒均無藥害。故在正式大量浸苗處理前，應先以少量苗進行藥害測試。

3. 藥害測試：先取少量苗，以略高於正式浸漬的植物油混方濃度，浸漬時間約 2 秒鐘，移出後於陰涼處靜置 48 小時以上，觀察確定無藥害反應，方可大量處理。
4. 其他：(1) 浸漬時可將育苗盤略為彎折，以避免苗植體自育苗盤飄浮分離。(2) 浸苗處理須在栽培園區外進行，因種苗若有攜帶有飛行力、或跳躍力強的蟲體（例如薊馬類），浸漬時可能會有部份蟲體因受驚擾而逃離，反而促使其散佈於園區，失去浸苗的意義。(3) 浸漬後必須盡快移入園區內，因為對於處理後才來棲息的害蟲，植物油混方無致死作用。設施栽培者尤須恪遵此技巧。

落實浸苗處理，可大幅減少後續栽培過程中的蟲害困擾。作物栽培期間應透過監測及時發現蟲害於立足初期，進行適當的治療，減農藥，甚或無化學合成農藥栽培絕對可以期待。

結論與展望

天敵保育加上棲地營造，是在順應生態保護的大方向，而友善植保資材及其應用技術是其有力的後盾。二者有助於於農作物栽培與生態永續找到平衡點。本文提出簡單易入門的天敵保育方式，是達到更完善但更複雜保育措施的前哨作法。也可以結合棲地營造、草生栽培、覆蓋植物、綠籬植物、間作等，讓和天敵正面相關的食物與誘引源更加多樣豐富。期待如 Ives *et al.* (2005) 所述，生物多樣性可以聚集在不同時期或在不同位置使用不同策略攻擊害蟲的天敵物種，對於害蟲死亡率有可能最大化。

由於在保育的天敵發揮功能之前，很可能有一段因蟲害造成經濟損失的時期，此時有賴運用田間管理、友善植保資材及其應用策略技巧等作其後盾。依據精準的田間監測，以及有策略的害物整合管理 (integrated pests management, IPM)，將農作生產被影響的程度降到最低。生態永續是我們的共同理想，利用友善植保資材是實現理想的手段。所以希冀不只農作生產者，包括研究人員、政商等，能認同天敵保育的必要性，莫僅止於減農藥、或不使用化學合成農藥而滿足。惟文中所述天敵保育與棲地營造，謹就與農友的經驗交流與觀察所得提出構想，尚待實證，期盼能有同好的迴響。

引用文獻

1. 余志儒。2009。乳化大豆油對棉蚜 (同翅目：常蚜科) 之致死效果。臺灣農業研究 58: 265-272。
2. 余志儒。2019。生物防治的理想-天敵保育。農業世界 426: 16-21。
3. 余志儒、陳炳輝。2009。三種植物油對二點葉蟎之致死效果。臺灣農業研究 58: 136-145。
4. 余志儒、許北辰。2016。種苗浸漬乳化棕櫚油對神澤氏葉蟎的防除效果。臺灣農業研究 65: 439-443。
5. 余志儒、許北辰。2017。預防勝於治療：害蟲防治從害蟲侵入設施的 5 個主要途徑的防堵做起。農業試驗所技術服務 110: 26-30。
6. 亞曼。2015。亞曼的樸門講堂。新自然主義。台北市。248 頁。
7. 林鎮洋與邱逸文。2003。生態工法概論。明文書局股份有限公司。台北市。352 頁。
8. 陶家駒。1990。棉蚜 p.176-177；桃蚜；偽菜蚜；黑豆蚜；豌豆蚜；玉米蚜。於：臺灣省蚜蟲誌 (陶家駒編著). 臺灣省立博物館。

9. Bickerton, M. W., and Hamilton, G. C. 2012. Effects of intercropping with flowering plants on predation of *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs by generalist predators in bell peppers. Pest Management 41: 612-620.
10. El-Wakeil, N., Saleh, M. Gaafar, N., and Elbehery, H. 2017. Conservation biological control practices. p. 41-69. *In:* Biological control of pest and vector insects. Vonnie D. C. Shields (ed). Published by InTech. 347pp.
11. Fiedler, A. K., and Landis, D. A. 2007. Plant characteristics associated with natural enemy abundance at michigan native plants. Environ. Entomol. 36: 878-886.
12. Gardiner, M. M., Landis, D. A., Gratton, C., DiFonzo, C. D., O'neal, M., Chacon, J. M., Wayo, M. T., Schmidt, N. P., Mueller, E. E., and Heimpel, G. E. 2009. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the north-central USA. J. Appl. Ecol. 19: 143-154.
13. Geneau, C. E., Wackers, Luka, F., H., Daniel, C., and Balmer, O. 2012. Selective flowers to enhance biological control of cabbage pests by parasitoids. Basic and Applied Ecol. 13: 85-93.
14. Gurr, G. M., and Wratten, S. D. 1999. ‘‘Integrated biological control’’: a proposal for enhancing success in biological control. Int. J. Pest Manage. 45: 81-84.
15. Gurr, G. M., Wratten, S. D., Landis, D. A., and You, M. 2017. Habitat management to suppress pest populations: progress and prospects. Ann. Rev. Entomol. 62: 91-109.
16. Hoy, M. A. 1988. Biological control of arthropod pests: Traditional and emerging technologies. Amer. J. Alternat. Agricul. 3: 63-68.
17. Ives, A. R., Cardinale, B. J., and Snyder, W. E. 2005. A synthesis of subdisciplines: predator-prey interactions, and biodiversity and ecosystem functioning. Ecol. Lett. 8: 102-116.
18. Landis, D. A., Wratten, S. D., and Gurr, G. M. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. Ann. Rev. Entomol. 45: 175-201.
19. Lee, J. C., and Heimpel, G. E. 2008. Floral resources impact longevity and oviposition rate of a parasitoid in the field. J. Animal Ecol. 77: 565-572.
20. Letourneau, D. K., Armbrecht, I., Rivera, B. S., Lerma, J. M., Carmona, E. J., Daza, M. C., Escobar, S., Galindo, V., Gutiérrez, C., S. López, D., Mejía, J. L., Rangel, A. M. A., Rangel, J. H., Rivera, L., Saavedra, C. A., Torres, A. M., and Trujillo, A. R. 2011. Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. Ecol. Appl. 21: 9-21.
21. Snyder, W. E. 2019. Give predators a complement: Conserving natural enemy biodiversity to improve biocontrol. Biological Control 135: 73-78.
22. Van Driesche, R. G., and Bellows, T. S. 1996. Natural Enemy Conservation. p. 105-127. *In*: Biological Control. Van Driesche, R. G., and Bellows (eds) Springer, Boston, MA. 539pp.

ABSTRACT

New Pest Management Techniques in Response to Pesticide Reduction Policies

Yu, J. Z. [1]

[1.] Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.

Safety is one of the main purposes of pesticide reduction. Reducing the use of chemically synthesized pesticides, or even not at all, in agricultural cultivation is a far-reaching meaning for ecological environment. In this paper, two pest control techniques using friendly plant protection materials are proposed, which are conservation of natural enemy and treatment of seedling dipped. The establishment of a natural enemy conservation area is one method of the natural enemy conservation, a relatively simple and easy work. It is expected that natural enemies can stand by at the nearest crop field to improve the synchronization between natural enemies and pests, and play a role in suppressing the early timing of pests in crop field. However, before achieved above effect, physical, chemical, and biological control methods such as friendly plant protection materials and their application techniques are required to avoid losses caused by pests. Seedling treatment is one of the preventive measures. By soaking seedlings, most small-sized arthropod pests on seedlings can be removed. The seedlings can be immersed in Plant oils Mixture 200-300 times water dilution for 1 second, and 100% lethal efficacy against all stage of *Aphis gossypii* Glover), *Tetranychus urticae* Koch, T*etranychus kanzawai* Kishida, *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring. Avoid bringing those pests into crop fields, and beneficial to arthropod pest management during subsequent cultivation. These two techniques are only part of the integrated pest management, they are compatible, and helpful to reduce the use of chemically synthesized pesticides, and give consideration to ecological protection.

Key words: Arthropod pest management, Conservation of natural enemies, Seedling dipped treatment.